

**Игнатович В. Н.**  
*Киев*

## **Применение материалистической диалектики в критике классической термодинамики**

В Заключении «Диалектической логики» Э. В. Ильенков ставил задачу создания капитального труда, «который с полным правом будет носить одно из трех названий: «Логика», «Диалектика», «Теория познания» (современного – материалистического – мировоззрения), а своим эпиграфом иметь ленинские слова: «...не надо 3-х слов: это одно и то же...» [3, с. 318]. Он также указывал, что «следующим шагом должна быть реализация логической системы в конкретном научном исследовании. Ибо окончательный продукт всей работы в области философской диалектики – решение конкретных проблем конкретных наук» [там же].

Мне кажется, Э. В. Ильенков недооценил значение своих работ. На мой взгляд, освоив то, написано в его книгах «Диалектика абстрактного и конкретного в «Капитале» Маркса» и «Диалектическая логика: Очерки истории и теории», можно браться за решение самых сложных проблем конкретных наук. Во всяком случае, я сам, изучив диалектико-материалистический метод исследования по этим книгам Э. В. Ильенкова, а также используя идеи, которые почерпнул из работ К. Маркса, Ф. Энгельса, В. И. Ленина, П. В. Копнина, В. А. Босенко, Г. С. Батищева, не только решил ряд конкретных проблем конкретной науки классической термодинамики, а выполнил такое ее критическое исследование, которое обосновывает необходимость коренной перестройки этой науки.

Наиболее полное на сегодняшний день описание этих исследований дано в главе «Анализ логических оснований гипотезы тепловой смерти Вселенной. Введение в критику классической термодинамики» монографии «Введение в диалектико-материалистическое естествознание» [4]. В настоящем сообщении я намерен кратко изложить то, как действовал, и как использовал в исследованиях то, что почерпнул из книг Э. В. Ильенкова.

Начало моим исследованиям положило знакомство с книгой А. И. Вейника «Термодинамика» [5]. В этой книге вместо фигурирующих в традиционных курсах трех начал термодинамики приводится «основной постулат», из которого выводятся не только уравнения, имеющиеся в

курсах термодинамики, но и все законы физики! Одно из основных понятий термодинамики – энтропия – в заключении книги названа «заржавленным, вековой давности висячим замком», которым заперта плотина, преградившая путь «безбрежному океану сверкающей лавы человеческих знаний» [5, с. 443]. А вместо энтропии введено понятие термического заряда – во многом, аналога электрического заряда.

В книге А. И. Вейника, на мой взгляд, было много интересного, она впечатляла стройностью изложения материала и грандиозностью содержания. Однако обоснование его системы термодинамики было неубедительным. Сам А. И. Вейник считал достаточным то, что его теория соответствует фактам. Но то же самое можно сказать и о традиционной системе классической термодинамики.

Поскольку в то время я желал заниматься наукой, считал материалистическую диалектику универсальным методом познания, но не видел задач, достойных этого метода, то решил, что исследования в области термодинамики – хорошая область приложения диалектики.

В написанном в июне 1985 года А. И. Вейнику письме я писал, каким образом следовало бы обосновывать его систему термодинамики (он называл ее общей теорией):

«Ваша общая теория делает переворот в физике как логике.

Нужно раскрыть сущность этого переворота... Нужно... показать, что появление общей теории – не результат какой-то игры ума, а закономерный этап развития физики как логики.

Для этого необходимо то, что Вы показали в «Термодинамике», дополнить рассмотрением истории понятий физики, т. е. осуществить в общей теории единство логического и исторического, как того требует Логика. Только прослеживая развитие понятий физики, можно доказать необходимость понятий обобщенного заряда, элементарной формы движению и других» [4, с. 464].

Еще я писал А. И. Вейнику, что хотел бы принять участие в совершенствовании его теории, например, путем обсуждения ее положений с ним. Однако спустя несколько месяцев понял, что исследованиями придется заниматься в одиночку. А. И. Вейник не проявил интереса к моим идеям, а сказать кому-нибудь о своем намерении критиковать классическую термодинамику, значило прослыть чудаком, изобретателем вечно-го двигателя, а то и кем-то похуже.

Разумеется, я не собирался заниматься обоснованием системы термодинамики А. И. Вейника. Задачу, которую намеревался решать, можно кратко сформулировать следующим образом.

Теория, именуемой классической (феноменологической) термодинамикой, являет собой единство содержания и логической формы. В подавляющем большинстве курсов физики представлена традиционная форма термодинамики. Система термодинамики А.И. Вейника является новой логической формой феноменологической термодинамики. То, что она соответствует фактам, означает, что ее содержание может считаться истинным, но недостаточно для того, чтобы отказаться от традиционной формы.

Прежде чем предлагать новую систему термодинамики, следует обосновать необходимость отказа от старой. А для этого нужно проанализировать ее логическую структуру (форму) – понятия, законы, способ ее изложения, выявить в этой структуре то, что нуждается в изменении, и предложить, что и как нужно изменить. Нельзя забывать о том, что традиционная система термодинамики создана классиками, существует более сотни лет, совершенствовалась длительное время, изучается всеми физиками и инженерами, используется в практических расчетах. Поэтому даже внесение незначительных изменений в эту систему требует тщательного обоснования, не говоря уже о кардинальной перестройке, которую предложил А.И. Вейник.

Далее, термодинамика существует более сотни лет. Помня принцип «все развивается», можно предположить, что она не только развивалась, но продолжает развиваться, причем развивали и развивают ее не только великие ученые, но и, так сказать, рядовые исследователи. Можно также предположить, что в ходе развития эта наука движется к абсолютной истине. Соответственно, то, что можно и следует делать сегодня с целью прогресса термодинамики, детерминировано ее современным состоянием и предшествующим развитием. Значит, чтобы предложить объективно обоснованные изменения этой науки, нужно понять не только современное состояние термодинамики, но то логику развития, которое привело к этому состоянию.

Насколько мне известно, такого рода задачи ни один физик не только не решал, но и не ставил.

Чтобы объективно оценить современное состояние и историческое развитие термодинамики, я решил изучить максимально возможное количество источников – курсов термодинамики, глав, посвященных термодинамике в курсах физики, работы классиков термодинамики, популярные книги по термодинамике, книги по истории физики и термодинамики. Во всех курсах я обращал внимание на изложение основных понятий и законов, построение курса.

При этом я никогда не забывал следующие слова Э.В. Ильенкова: «Любая новая теория возникает только через критическое преодоление имеющейся теории того же самого предмета. Она никогда не возникает на голом месте, без теоретических предпосылок...» [3, с. 241].

«Новая теория, какой бы революционной она ни была по своему содержанию и значению, всегда рождается в ходе критической переработки завоеваний предшествующего теоретического развития...»

«Сведение критических счетов» с ранее развитыми теориями есть вовсе не побочное, второстепенной важности занятие (как это выглядело в книге А.И. Вейника – *В.И.*), а необходимый момент разработки самой теории, момент теоретического анализа фактов» [2, 139-140].

«Теоретический анализ фактов и критическое рассмотрение истории мысли – два неразрывных аспекта исследования...» [3, с. 241].

«...Старая теория, а точнее, ее «рациональное зерно», выверенное временем, может быть включено в более конкретное понимание на правах его абстрактного момента. При этом отбрасывается лишь представление, будто это старое понимание заключало в себе полную (конкретную) истину. Новая теория накладывает на него свои ограничения и тем самым превращает «рациональное зерно» прежнего понимания в частный случай более общего (более конкретного) понимания *того же целого*» [там же, с. 243-244].

Помня слова Э.В. Ильенкова, что «Критика любой теории всегда направляется на отыскание в ней противоречий» [2, с. 221], я искал противоречия в термодинамике.

Прежде всего обратил внимание на ряд противоречий термодинамики, заключающееся в том, что, если верить курсам термодинамики, существует непреодолимая пропасть между теплотой и другими формами движения. Эта пропасть намечается уже в первом начале термодинамики, согласно которому, изменение внутренней энергии системы равно сумме подведенной к системе теплоты и совершенной системой работы. Во многих курсах термодинамики можно прочесть, что все виды энергии легко и полностью превращаются в теплоту, в то время как обратное превращение подчиняется ряду ограничений, что тоже сомнительно с точки зрения диалектики. Согласно термодинамике, существует абсолютный нуль температуры, в то время как об абсолютных нулях других потенциалов никто не пишет.

Однако я посчитал, что критика классической термодинамики, основанная на такого рода противоречиях будет неубедительной: любой физик может сказать, что указанная непреодолимая пропасть отражает

специфику теплоты как формы движения, соответствует фактам, и возражать против нее нелепо.

И тут я обратил внимание на заметку в «Диалектике природы» Ф. Энгельса, которая начинается утверждением: «В каком бы виде ни выступало перед нами второе положение Клаузиуса и т. д., во всяком случае, согласно ему, энергия теряется, если не количественно, то качественно» [1, с. 600], а заканчивается словами «Ad absurdum!». Эту заметку можно было истолковать как опровержение второго начала (закона) термодинамики путем приведения его к абсурду и построить критику классической термодинамики, а точнее, второго закона термодинамики, на том, что из этого закона следует ложное положение, будто энергия теряется качественно, из которого следует ложный вывод о грядущей тепловой смерти Вселенной.

При этом с одной стороны, появлялось убедительное обоснование для критических исследований в области термодинамики – несостоятельность гипотезы тепловой смерти Вселенной не было окончательно обоснована. С другой – появлялось указание на то, в каком направлении проводить исследования – нужно было выяснять, следует ли из второго закона термодинамики вывод о том, что энергия теряется качественно.

Выясняя вопрос, что значат слова ««В каком бы виде ни выступало...», я обнаружил, что имеется множество формулировок второго закона термодинамики (второго положения Клаузиуса) – начиная с теоремы Карно и заканчивая положением «Энтропия мира стремится к максимуму». Зная, что все развивается, я пришел к выводу, что различные формулировки второго закона термодинамики не эквивалентны, а представляют этот закон в развитии. Зная о диалектике относительной и абсолютной истины, я предположил, что формулировка «Энтропия мира стремится к максимуму» является явно ложной не потому, что кардинально отличается от остальных, как уверяли те, кто усматривал причину появления вывода о тепловой смерти Вселенной в ошибочном распространении второго закона термодинамики на всю Вселенную, а потому, что в ней ложная сторона, незаметная в других формулировках, становится явной.

Начав поиск ложной стороны второго закона термодинамики с его первой и неразвитой формулировки – теоремы Карно, я довольно скоро выяснил, что, во-первых, многие авторы на основании этой теоремы делают вывод о том, будто теплота – это энергия низшего качества, поскольку неспособна полностью превращаться в другие виды энергии, и, во-вторых, что такой вывод основан на логически некорректном срав-

нении коэффициента полезного действия (КПД) тепловых двигателей с КПД иных преобразователей энергии: КПД тепловых двигателей и КПД иных преобразователей энергии – величины разного рода.

Продолжив исследования, я обнаружил множество ошибок в рассуждениях, в которых обсуждаются закономерности превращения теплоты в другие виды энергии. К примеру, создавая теории идеальных газотурбинных установок и воздушно-реактивных двигателей, делают допущение о том, что скорость газа, протекающего через эти установки, равна нулю, хотя в этом случае указанные установки становятся неработоспособными.

Таким образом, поставив первоначально задачей усовершенствование логической формы классической термодинамики, я неожиданно для себя обнаружил, что необходимо изменять и содержание – устранять из нее ложные положения.

Но чтобы окончательно убедиться в ошибочности ряда общепринятых положений, касающихся преобразования энергии, я начал исследовать обстоятельства их появления в теории, и причины того, что они столь длительное время рассматриваются в качестве истинных. Я всегда помнил, что понятия, теории, формы законов природы созданы людьми. И поэтому по поводу любого из них можно спросить: кто, когда, каким образом, на каком основании ввел в теорию то или иное положение, кто, где и как потом проверил его истинность?

Занявшись выяснением происхождения положения о неполноценности теплоты как вида энергии, я обнаружил, что это положение (в форме утверждения о невозможности превращения теплоты в другие виды энергии без того, чтобы часть ее в непреобразованном виде перешла к более холодному телу) появилось в работах первооткрывателей второго закона термодинамики Р. Клаузиуса и В. Томсона не на основе анализа фактов, а в результате их стремления сохранить в теории так называемый принцип С. Карно, которой тот высказал тоже не основе анализа фактов, а основываясь на представлении о существовании неумножимого теплорода.

После этого я начал анализировать содержание других формулировок второго закона термодинамики, выясняя, что в этих формулировках могло бы послужить основанием для выводов не только о грядущей тепловой смерти Вселенной, но и других, противоречащих диалектико-материалистическим воззрениям – об эволюции Вселенной, ее стремлении к равновесию, о том, будто процессы, протекающие в природе, являются необратимыми.

Исследуя возможность получения на основе второго закона термодинамики названных сомнительных положений, я выяснил, что содержание второго закона термодинамики, как он формулировался в XIX и начале XX века, сегодня составляет содержание четырех (!) законов (начал) термодинамики, которые называются: постулат о термодинамическом равновесии (или общее начало термодинамики), нулевой закон термодинамики, принцип существования энтропии (второй закон термодинамики для обратимых процессов), закон возрастания энтропии (второй закон термодинамики для необратимых процессов).

Нулевой закон термодинамики утверждает существование температуры. Заключение, касающиеся Вселенной, на нем не основывают и не основывали.

Постулат о термодинамическом равновесии гласит, что изолированная система со временем приходит в равновесие. Из этого постулата вывод о грядущей тепловой смерти Вселенной не следует, хотя бы потому, что согласно материалистическим воззрениям, Вселенная (материя) находится в равновесии всегда – в целом не изменяется (движется в круговороте).

Принцип существования энтропии, многочисленные следствия которого неоднократно проверялись на практике, можно было считать истинным. Однако он не может служить основанием для заключения об эволюции Вселенной или каких-либо по поводу процессов, протекающих в природе, поскольку он относится к системам, которые находятся в состоянии термодинамического равновесия. А таких в природе нет.

Только закон возрастания энтропии, на первый взгляд, дает основания для заключения об эволюции Вселенной: если во всех без исключения природных процессах энтропия возрастает (как утверждает этот закон), то Вселенная в целом изменяется. Однако анализ содержания понятия энтропии, закона возрастания энтропии позволил мне сделать заключение, что закон возрастания энтропии сегодня не знает исключений потому, что в термодинамике в различных случаях применяются существенно различные определения энтропии, причем такие, которые и обуславливают выводы о возрастании энтропии во всех процессах. В результате этот закон превратился в совершенно бессодержательную фразу о возрастании энтропии, что, по сути, констатировал И.Р. Пригожин в своей Нобелевской лекции, когда сказал: «Единственное, что второй закон говорит точно о производстве (скорости возникновения, – И.В.) энтропии, – знак этой величины» [6, с. 188].

Помня уничижительную характеристику энтропии, данную А.И. Вейником, я постоянно размышлял над вопросом об обоснованности и необходимости этой функции в термодинамике, о том, какое место она занимает в системе термодинамики, и о возможности устранения этой функции из термодинамики. Со временем выяснил, что энтропия, будучи величиной непосредственно неизмеримой, используется как промежуточная в химической термодинамике в расчетах химических равновесий, что существует и широко применяется другой способ расчета химических равновесий (по данным спектроскопических исследований), при котором нет необходимости вычислять энтропию.

Кроме того, изучая историю термодинамики, я пришел к выводу, что необходимость использования энтропии при расчете химических равновесий не была должным образом обоснована. Первоначально химики ввели понятие динамического равновесия как состояния, в котором скорости противоположно направленных процессов равны. При таком понимании равновесие является частным случаем движения, моментом «борьбы» противоположно направленных процессов. Затем равновесие стали представлять как результат стремления энтропии к максимуму – в соответствии со вторым законом термодинамики. Как это удалось? Равенство скоростей прямой и обратной химических реакций имеет место при определенном соотношении концентраций реагирующих веществ, которое выражается уравнением. Если это уравнение привести к виду, в котором правая часть равна нулю, то можно заявить, что в таком виде уравнение выражает производную функции, которая в состоянии равновесия достигла максимума, т. е. энтропии.

Замечу, что подобная история повторилась в середине XX в., когда на основе законов химической кинетики была создана теория колебательных химических реакций (за несколько лет до открытия знаменитой реакции Белоусова–Жаботинского), а затем для описания эти реакций стали вводить энтропию и заявлять, что эти реакции следует объяснять в рамках термодинамики необратимых процессов (или синергетики).

Итак, сегодня в значительной мере созданы (причем независимо от А. И. Вейника) теории, которые дают для практики то, что дает традиционная система термодинамики, однако при этом обходятся без функции энтропии.

Но это еще не все. В 1947 году А. А. Гухман обнаружил ошибку в доказательстве теоремы Карно, данном Р. Клаузиусом. Доказательство Клаузиуса основано на постулате «Теплота не может переходить сама собой от более холодного тела к более тепловому» [7, с. 133-138]. А.А.

Гухман показал, что ход доказательства по существу не изменяется, если использовать постулат: «Теплота не может переходить сама собой от более нагретого тела к более холодному» [8, с. 80]. Тем самым он показал, что теорема Карно, не следует из постулата Клаузиуса, что доказательство существования энтропии, данное Клаузиусом, а также доказательство необратимости природных процессов являются несостоятельными. Кроме того, в XX в. все больше авторов стали приходить к заключению, что энтропия, которую ввел Р. Клаузиус, эквивалентна теплороду, которым оперировал С. Карно в своей теории. Это тоже указывает на необходимость устранения функции энтропии из классической термодинамики.

Э.В. Ильенков писал: «Стремление избавиться от противоречий в определениях (и вообще в теории. – В. И.) путем «уточнения» названий и выражений есть метафизический способ разрешения противоречий в теории. Как таковой он в итоге приводит не к развитию теории, а к ее разложению» [2, с. 231-232]. Именно это происходило с той частью термодинамики, которая связана со вторым законом термодинамики.

В том, что в термодинамике много десятилетий сохраняются ложные и необоснованные положения, заметную роль сыграли те философы, которые воспринимают все, что пишут физики, в качестве окончательных истин и готовы реформировать философию хоть каждый день – в соответствии с «новейшими достижениями естествознания».

Я же много лет действовал противоположным образом – не философию подгонял под термодинамику, а выяснял, нельзя ли изменить термодинамику, чтобы привести ее в соответствие с материалистической диалектикой. Думаю, результаты, полученные мной, убедительно демонстрируют перспективность такого подхода.

В заключение хочу обратиться к тем, кто понимает материалистическую диалектику: хватит мириться с монополией разного рода позитивистов на толкование физических теорий. Нужно разворачивать критику физических теорий с позиций диалектического материализма, разъяснять физикам значение материалистической диалектики, научить их применению материалистической диалектики в теоретических исследованиях, способствуя тем самым движению физики к истине.

### *Литература*

1. Энгельс Ф. Диалектика природы // Маркс К., Энгельс Ф. Соч., 2-е изд. – Т. 20.

2. Ильенков Э.В. Диалектика абстрактного и конкретного в «Капитале» Маркса. – М.: Изд-во АН СССР, 1960.

3. Ильенков Э.В. Диалектическая логика: Очерки истории и теории / 2-е изд., доп. – М.: Политиздат, 1984.

4. Игнатович В.Н. Введение в диалектико-материалистическое естествознание: Монография. – Киев: Издательство «ЭКМО», 2007.

(см. также: [http://www.library.ntu-kpi.kiev.ua/system/files/Ignatovich\\_Dia-Est\\_2007\\_1.pdf](http://www.library.ntu-kpi.kiev.ua/system/files/Ignatovich_Dia-Est_2007_1.pdf); [http://www.dialog21.ru/biblio/Ignatovich\\_Dia-Est\\_2007\\_red.pdf](http://www.dialog21.ru/biblio/Ignatovich_Dia-Est_2007_red.pdf)).

5. Вейник А.И. Термодинамика. Изд. 3-е, перераб. и доп. – Минск: Высшая школа, 1968.

6. Пригожин И. Время структура и флуктуации (Нобелевская лекция по химии 1977 года) // Успехи физических наук. – 1980. – Т. 131, вып. 2.

7. Клаузиус Р. Механическая теория тепла // Второе начало термодинамики. – М.–Л. Гостехтеориздат, 1934.

8. Гухман А. А. Об основаниях термодинамики. – Алма-Ата: Изд-во АН Каз. ССР, 1947.